

## Wirkungen konservierender Bodenbearbeitung auf Regenwürmer unter Klee gras im ökologischen Landbau

Haby, J.<sup>1,2</sup>, Döring, T.F.<sup>1,2</sup>, Crowley, O.<sup>1</sup> Lazzaro, M.T.<sup>1</sup> und Smith, J.<sup>1</sup>

*Keywords: Reduzierte Bodenbearbeitung, Regenwürmer, Resilienz*

### Abstract

*A key challenge in organic agriculture is the reduction of tillage intensity. While previous research has shown earthworms to benefit from reduced tillage (RT), little is known about after-effects of RT during the grass/clover ley phase in organic rotations. In a large-scale replicated on-farm trial in England we studied earthworm populations before and during the ley phase, comparing the Ecodyn cultivator (tilling depth: 7.5 cm) with a mouldboard plough (depth: 15 cm). Spring sampling of earthworms during the ley phase revealed no significant difference in earthworm densities between the two tillage treatments while two years earlier in the arable phase, earthworm densities had been significantly higher under RT. Also, differences in species composition between the tillage treatments were attenuated after establishment of the ley. We conclude that grass/clover periods in organic rotations contribute to a recovery of earthworm populations after disturbance by the plough.*

### Einleitung und Zielsetzung

Aufgrund vielfältiger Funktionen von Regenwürmern für die Bodengesundheit ist es gerade im Ökologischen Landbau wichtig zu verstehen, wie Regenwürmer von landwirtschaftlichen Eingriffen (z.B. Bodenbearbeitung) beeinflusst werden. So bietet nicht-wendende, reduzierte Bodenbearbeitung das Potential, Regenwürmer zu fördern, u.a. wegen der im Vergleich zum Pflugeinsatz reduzierten mechanischen Störung. Jedoch stellt konservierende Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau besondere Herausforderungen dar. Eine für ökologische Anbausysteme wichtige Charakteristik sind Klee gras-Grünbrachen in der Fruchtfolge. Während der Klee grasphase wird der Boden nicht bearbeitet. Derzeit ist unklar, wie sich Regenwurmpopulationen während dieser Phase entwickeln, wenn vor der Klee grasphase differenzierte Bodenbearbeitung stattgefunden hat. Insbesondere ist offen, ob die Bodenruhe im Klee gras bodenbearbeitungsbedingte Unterschiede der Regenwurmpopulationen bereits nivellieren kann. Ziel war daher, die Reaktion von Regenwurmpopulationen auf wendende im Vergleich zu konservierender Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau während einer Klee gras-Grünbrache mit Daten zu vergleichen, die auf denselben Flächen in den Vorjahren in Ackerkulturen gewonnen wurden.

### Methoden

Der Versuch wurde in 2010 auf der langjährig ökologisch bewirtschafteten Duchy Home Farm in Südengland (51°39'N, 2°09'W, 142 m üNN, Ø Jahresmitteltemp. 10 °C,

---

<sup>1</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Albrecht-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin, thomas.doering@agrar-hu-berlin.de.

<sup>2</sup> Organic Research Centre, Elm Farm, Berkshire, RG20 0HR, UK

Niederschlag 915 mm/Jahr) als randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen angelegt. Die drei benachbarten Blöcke sind 4,4 bis 6 ha groß und sind in der Mitte jeweils zweigeteilt; auf der einen Seite erfolgt die Grundbodenbearbeitung mit einem Dreischarpflug (Pflugtiefe 15 cm), die andere Hälfte der Äcker wird konservierend mit dem Ecodyn bearbeitet; mit 7,5 cm auseinanderliegenden, breiten Gänsefußscharen wird bei einer Bearbeitungstiefe von ca. 7,5 cm der Boden gelockert und anschließend gewalzt. Die Versuchsflächen (dominante Bodenart: toniger Lehm) werden durch einen hohen Kalkgehalt, einen hohen Steinanteil (2-8 %), sowie hohe Humusgehalte (5,8-7,4 %) gekennzeichnet, sind aber in diesen Parametern wegen der Flächengröße in sich nicht vollständig homogen. Vor Versuchsbeginn wurden die Flächen langjährig als Acker bewirtschaftet. Die Versuchsfelder folgen der Fruchtfolge KG-KG-KG-WW-Ha-SG-WR, mit Zwischenfruchtanbau (meist Senf) vor Sommerfrüchten, und befinden sich in 2014 im 2. Jahr der Grünbrache (Mahd 2-3mal pro Jahr). Zusätzlich zu den Probenahmen in 2014 wurden in 2010 unter Hafer und 2012 unter Winterroggen Regenwurm- und Bodenproben genommen (2.6.2010, 10.+21.6.2012). Am 19.3.2014 wurden je Parzelle 12 Bodenproben genommen: (a) 8 ungestörte Bodenproben zur Bestimmung von Bodendichte, Wassergehalt, und Bodenporosität nach Seybold & Norfleet (1999) mittels Stechzylindern (35 mm Höhe 70 mm Durchmesser; je 4 Proben in 0-7,5 cm und 7,5-15 cm); (b) 4 Bodenquader (25 x 25 x 20 cm) zur Regenwurmemextraktion per Hand wie in den vorherigen Beprobungsjahren. In 2012 und 2014 wurde die individuelle Länge (mm) der Regenwürmer gemessen, um die aschefreie Trockenbiomasse nach Hale (2004) zu schätzen. Die Arten der Regenwürmer wurden unter dem Mikroskop nach Sims & Gerard (1999) bestimmt und soweit möglich den Ökotypen epigäisch, endogäisch und anözisch zugeordnet. Daten wurden mit der Software R (v2.14.2) mittels Varianzanalyse ausgewertet.

## Ergebnisse

Die im Jahr 2014 ermittelten physikalischen Bodeneigenschaften zwischen reduziert und konventionell bearbeiteten Flächen zeigten geringe Unterschiede, wichen aber von den in 2012 ermittelten Werten z.T. stark ab (Tab. 1).

In 2014 wurden insgesamt 177 Regenwürmer gefunden, entsprechend 118 Indiv. m<sup>-2</sup> auf 0-20 cm Tiefe. Ecodyn- (111 Indiv. m<sup>-2</sup>) und Pflugvariante (125 Indiv. m<sup>-2</sup>) waren nicht signifikant voneinander verschieden. In Vorjahren war dagegen auf den Ecodynlflächen die Regenwurmdichte tendenziell größer als in den gepflügten Flächen (2010: Ecodyn: 93,3 Indiv. m<sup>-2</sup>, Pflug: 53,3; Unterschied nicht signifikant; 2012: Ecodyn: 228 Indiv. m<sup>-2</sup> Pflug: 172 Indiv. m<sup>-2</sup>, Unterschied signifikant, P=0,02). In 2014 waren für die aschefreie Biomasse die Varianten nicht signifikant verschieden (Ecodyn: 3,7±0,4 g m<sup>-2</sup> (S.E.), Pflug: 5,3±0,5 g m<sup>-2</sup>). In allen drei Probenahmejahren dominierten die juvenilen Regenwürmer. Zwischen den Varianten ließen sich in 2014 keine signifikanten Unterschiede in der Altersverteilung nachweisen. Jedoch ergaben sich in der Verteilung der Arten (Tab. 2) sowohl in 2012 als auch in 2014 statistisch abzusichernde Unterschiede zwischen den Varianten der Bodenbearbeitung. In allen Untersuchungsjahren war der endogäische Ökotyp dominant (2010: 67 %, 2012: 90 %, 2014: 78 %). Die aschefreie Trockenmasse der Regenwürmer stieg nach 2012 in beiden Kultivierungsmaßnahmen an (2012: Ecodyn 2,7 g m<sup>-2</sup>, Pflug 4,5 g m<sup>-2</sup>), u.a. weil die kleine Art *M. muldali* in 2012 dominanter war. Im Jahr 2012 besaß ein Regenwurm im Mittel eine Trockenmasse von 0,02 g und in 2014 die doppelte Masse (0,04 g).

**Tabelle 1: Physikalische Bodeneigenschaften in 2012 und 2014**

| Parameter                         | Variante | 2012       |             | 2014       |             |
|-----------------------------------|----------|------------|-------------|------------|-------------|
|                                   |          | 0 - 7,5 cm | 7,5 - 15 cm | 0 - 7,5 cm | 7,5 - 15 cm |
| Bodendichte (g cm <sup>-3</sup> ) | Ecodyn   | 1,18 a     | 1,18 a      | 1,36 a     | 1,37 a      |
|                                   | Pflug    | 1,12 b     | 1,06 a      | 1,36 a     | 1,38 a      |
| Bodenporösität (%)                | Ecodyn   | 55,4 a     | 55,5 a      | 48 a       | 49 a        |
|                                   | Pflug    | 57,8 a     | 60,1 a      | 48 a       | 48 a        |

Je Parameter zeigen gleiche Buchstaben innerhalb einer Spalte nicht signifikante Unterschiede.

**Tabelle 2: Verteilung der Regenwurmarten in 2012 und 2014 (Individuen m<sup>-2</sup>)**

| Art                             | 2012   |        | 2014   |        |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                 | Ecodyn | Pflug  | Ecodyn | Pflug  |
| <i>Murchieona muldali</i>       | 85,3 b | 9,3 a  | 24,0 b | 12,0 a |
| <i>Allolobophora chlorotica</i> | 13,3 b | 8,0 a  | 10,7 a | 20,0 b |
| <i>Aporrectodea caliginosa</i>  | 4,0 a  | 16,0 b | 5,3    | 2,7    |
| <i>Aporrectodea rosea</i>       | 5,3    | 4,0    | 1,3    | 2,7    |
| <i>Lumbricus terrestris</i>     | 1,3    | 1,3    | 0,0    | 2,7    |
| <i>Lumbricus castaneus</i>      | 0,0    | 1,3    | 0,0    | 0,0    |
| <i>Eiseniella tetraedra</i>     | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 2,7    |

Statistische Tests wurden nur für Arten mit einer durchschnittlichen Individuendichte >5 gerechnet.

## Diskussion

Obwohl Vergleiche über die Zeit wegen unterschiedlicher Probenahmeterminen schwierig sind, lassen sich einige Tendenzen aufzeigen, v.a. im Vergleich der beiden Varianten innerhalb der Jahre. In 2014 unter Klee gras wurde eine höhere Bodendichte als in 2012 unter Acker gemessen, vermutlich aufgrund starker Niederschläge im Februar 2014 sowie wegen maschineller Gülleverteilung kurz vor der Probenahme. Die in 2012 in der oberen Bodenschicht erhöhte Bodendichte bei der Ecodyn-Variante war in 2014 nicht erkennbar, wohl u.a. weil nach Etablierung des Klee gras auf beiden Seiten der Versuchsfelder keine Bodenbearbeitung mehr stattfand. Ähnliche Tendenzen zeigten sich bei den Regenwürmern. Der Trend höherer Regenwurmdichte bei reduzierter Bodenbearbeitung in 2010 und 2012 bestätigte Ergebnisse anderer Studien (z.B. Lehocká *et al.* 2009). Im Jahr 2014 kehrte sich die Abundanzverteilung zwischen den Varianten um, mit knapp (jedoch nicht signifikant) mehr Regenwürmern in den gepflügten Flächen. Die gleiche Bewirtschaftung der Feldhäften ist für das Fehlen an Unterschieden eine wahrscheinliche Ursache. So glich sich in einem Versuch von Boström (1995) die Anzahl der Regenwürmer einer gepflügten Fläche schon innerhalb eines Jahres wieder an eine unbearbeitete Vergleichsfläche (Grasland und Luzerne) an. Auch in einer Studie von Schmidt und Curry (2001) erholten sich Regenwurmpopulationen innerhalb der ersten beiden Vegetationsphasen und stiegen bis zum dritten Jahr an, sodass eine zusätzliche Reduktion mechanischer Bearbeitung keine positiven Wirkungen mehr zeigten. Somit bedeutete die Etablierung des Klee gras in 2012 im Versuch der Duchy Home Farm zwar auch zusätzliche Nahrung und weniger Störung für die Regenwürmer; dennoch war die Dichte der Regenwürmer im Jahr 2014 gegenüber 2012 nicht erhöht. Gründe können in erhöhter Mortalität in 2014 (wegen Starkniederschlägen) oder auch in verschärfter Nahrungskonkurrenz durch vormals hohe Regenwurmdichten und Trockenheit in 2013 gesehen werden. Es ist bekannt, dass wendende und tiefe

Bodenbearbeitung endogäische Regenwürmer fördert, konservierende Bodenbearbeitung hingegen anözische Regenwürmer unterstützt. Jedoch lässt sich im hier vorgestellten Versuch keine Verschiebung der Ökotypenverteilung zwischen den Varianten erkennen. Dies könnte auch am geringen Tiefenunterschied der Bodenbearbeitung liegen. Obwohl sich das Verhältnis zwischen endogäischen zu epigäischen/ anözischen Regenwürmern mit der Einführung der Kleeergrasphase verschälerte, blieben die endogäischen Regenwürmer dominierend, was für Ackerbauflächen sowie schwerere Böden typisch ist. Auffällig ist die Dominanz von *M. muldali* in 2012 und 2014. Im Jahr 2014 verringerte sich zwar die Abundanz, dafür erhöhte sich die Anzahl der Art *A. chlorotica*. In beiden Jahren wurden mehr *M. muldali* Individuen in der reduzierten Variante gefunden und mehr *A. chlorotica* in der Pflugvariante. Ernst und Emmerling (2009) stellten eine positive Reaktion von *A. chlorotica* auf Direktsaat fest. Darüber hinaus steigert die Etablierung von Grasland die Abundanz dieser Art. Vermutlich in Folge der Etablierung des Kleeergrases und Anstieg der Bodendichte verringerte sich im hier dargestellten Versuch die Abundanz der endogäischen Art *A. caliginosa*. Auch Crittenden *et al.* (2014) bestätigten nach vier Jahren im Vergleich von unterschiedlichen Bodenbearbeitungs-systemen einen Rückgang dieser Art infolge reduzierender Bodenbearbeitung.

## Schlussfolgerungen

Fruchtfolgebedingte Bodenruhephasen im Ökolandbau können negative Effekte des Pflügens auf Regenwürmer teilweise ausgleichen. Ob solche Resilienzeffekte über längere Zeiträume stabil sind, können jedoch nur längere Datenreihen zeigen.

## Danksagung

Unser Dank gilt der Unterstützung durch das CORE II Programme im Rahmen des europäischen Verbundprojektes TILMAN-ORG ([www.tilman-org.net](http://www.tilman-org.net)).

## Literatur

- Boström U. (1995): Earthworm population (Lumbricidae) in ploughed and undisturbed leys. *Soil Till Res* 35:125-133.
- Crittenden S. J., Eswaramurthy, T., De Goede, R. G. M., Brussaard, L., Pulleman, M. M. (2014): Effect of tillage on earthworms over short- and medium-term in conventional and organic farming. *Appl Soil Ecol* 83:140-148.
- Ernst G., Emmerling C. (2009): Impact of five different tillage systems on soil organic carbon content and the density, biomass, and community composition of earthworms after a ten year period. *Eur J Soil Biol* 45:247-251.
- Hale C. M., Reich P. B., Frehlich L. E. (2004): Allometric equations for estimation for ash-free dry mass from length measurements for selected European earthworm species (Lumbricidae) in the Western Great Lakes region. *Am Midland Nat* 151:179-185.
- Lehocká Z., Klimeková M., Bieliková M., Mendel M. (2009): The effect of different tillage systems under organic management on soil quality indicators. *Agron Res* 7:369-373.
- Schmidt O., Curry J. P. (2001): Population dynamics of earthworms (Lumbricidae) and their role in nitrogen turnover in wheat and wheat-clover cropping systems. *Pedobiol* 45:174-185.
- Seybold C., Norfleet L. (1999): *Soil Quality Test Kit guide*. United States Department of Agriculture, Washington, Soil Quality Institute.
- Sims R. W., Gerard B. M. (1999): *Earthworms*. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, London